

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

1/2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-278063

[ST.10/C]:

[J.P.2001-278063]

出 願 人

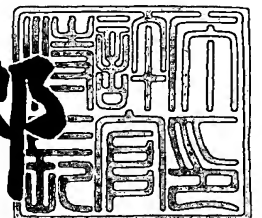
Applicant(s):

旭硝子株式会社

2002年 9月10日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3069995

【書類名】 特許願

【整理番号】 20010550

【提出日】 平成13年 9月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二工業団地 旭  
硝子郡山電材株式会社内

【氏名】 佐藤 弘昌

【発明者】

【住所又は居所】 福島県郡山市待池台1-8 郡山西部第二工業団地 旭  
硝子郡山電材株式会社内

【氏名】 大井 好晴

【特許出願人】

【識別番号】 000000044

【氏名又は名称】 旭硝子株式会社

【代表者】 石津 進也

【電話番号】 03-3218-5645

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042619

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】反射型回折素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板の表面に形成された、断面形状が凹凸状の回折格子の凹凸部に光反射性膜が形成された反射型回折素子において、透明基板の凹凸部形成面とは反対側の表面に光反射防止膜が形成され、光反射防止膜の側から光が入射されて用いられることを特徴とする反射型回折素子。

【請求項 2】

前記光反射性膜を保護するための、無機物材料または有機物材料からなる保護手段が前記光反射性膜の側に設けられている請求項 1 記載の反射型回折素子。

【請求項 3】

前記透明基板がガラス基板からなり、かつ前記凹凸部がガラス基板の表面に直接形成されているか、またはガラス基板の表面に成膜された無機物材料に形成されている請求項 1 または 2 記載の反射型回折素子。

【請求項 4】

前記凹凸部の断面形状が、鋸歯状または鋸歯状を階段で近似した形状である請求項 1、2 または 3 記載の反射型回折素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、反射型回折素子に関し、詳しくは光多重通信、分光測定などの装置に用いられる反射型回折素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

種々の波長の光を異なる方向に回折することで光を波長により分離し、分離された光に対して各々の強度を測定することで入射光に含まれる種々の波長の光の強度を測定する方法がある。波長分離の方法としては、断面形状が鋸歯状の格子を有する反射型回折素子を用いる方法が知られている。

## 【 0 0 0 3 】

図 4 に従来の樹脂を用いた反射型回折素子の構成の一例を示す。この素子は、 $250 \sim 1600$  本/mm の直線状の鋸歯状回折格子を精密に形成した金型を、ガラス基板 4 0 1 表面に成膜した樹脂に圧着し、鋸歯状回折格子を転写して鋸歯状回折格子 4 0 2 を作製し、その後高反射層 4 0 3 をコーティングして、樹脂を用いた反射型回折素子 4 0 としたものである。

## 【 0 0 0 4 】

同様の機能を有する回折格子としては、鋸歯状形状を階段で近似した疑似鋸歯状回折格子がある。この素子はフォトリソグラフィーおよびドライエッチングの技術を用いて作製するものであり、この技術で作製した反射型回折素子を図 5 に示す。図 4 に示したものと同様に、ガラス基板 5 0 1 上に疑似鋸歯状回折格子 5 0 2 が加工されており、その上に反射層 5 0 3 が塗布され、疑似鋸歯状の反射型回折素子 5 0 となっている。また、図 4 および図 5 において、実線の矢印は入射光、一点鎖線は反射光、破線は 1 次回折光をそれぞれ表わす。

## 【 0 0 0 5 】

回折格子を形成する材料としては、図 4 における場合と同様に樹脂を用いる他に、ガラス基板、無機物膜などを用いることもできる。これらの素子は、反射型回折素子であるため入射光を反射的に回折させて分離するもので、配置上反射型回折素子の上から疑似鋸歯状または鋸歯状回折格子に向かって格子面の法線に対する入射角度  $\theta$  が、 $30 \sim 45^\circ$  の入射角度で用いられることが多い。一例として、 $\theta = 40^\circ$  で入射したときの、樹脂を用いた鋸歯状回折格子および無機物膜を用いた疑似鋸歯状回折格子よりなる反射型回折素子の回折効率の波長依存性をそれぞれ図 6 および図 7 に示す。ここで、両図において白抜き円は S 偏光、黒塗り円は P 偏光を表わす。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

転写性に優れた樹脂を回折格子材料に用いると、図 6 に示すように、回折効率の波長依存性が大きく変化せず、また偏光方向にあまり影響されない反射型回折素子を実現できる。しかし、樹脂を用いると、高温または高温高湿で素子の劣化

が発生するなど耐久性が充分ではなく、限られた環境条件でしか使用できない問題を有していた。また、精密転写プロセスを用いているために、生産性が低く安価で高性能な素子を大量に生産できない問題を有していた。

## 【0007】

これに対して、無機物材料からなる基板を、または基板上に成膜した無機物膜を、階段状に加工した反射型回折素子は、信頼性および生産性に優れ安価な素子を大量に生産できる。しかし、図7に示すように回折効率の波長依存性が偏光方向に大きく依存するため、実用上は分光信号に大きなばらつきを発生する。また、良好な入射偏光依存性及び波長依存性を確保するために、入射角度を小さくする必要があり、入射光と回折光の分離角度が大きくとれない等、分光システムの配置設計上の制約も合わせて有していた。

## 【0008】

また、樹脂膜または無機物膜を用いたいずれの素子においても、表面上に形成した高反射層に傷、汚れなどが発生した場合に、光学特性が著しく劣化する問題を有していた。加えて、十分な反射特性が得られる高反射層を形成した場合に、層の付着の状態によっては本来の格子形状からの乖離が発生し、格子の設計値に対して特性が低下する問題も合わせて有していた。

## 【0009】

本発明は、上述の実情に鑑みなされたものであり、入射偏光方向および入射波長による回折効率の変化が少なく、かつ量産性および信頼性に優れた反射型回折素子を提供することを目的とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、透明基板の表面に形成された、断面形状が凹凸状の回折格子の凹凸部に光反射性膜が形成された反射型回折素子において、透明基板の凹凸部形成面とは反対側の表面に光反射防止膜が形成され、光反射防止膜の側から光が入射されて用いられることを特徴とする反射型回折素子を提供する。

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

本発明は、透明基板の表面に形成された、断面形状が凹凸状の回折格子の凹凸部に光反射性膜が形成された反射型回折素子に関するものである。そして、透明基板の凹凸部形成面とは反対側の表面に光反射防止膜が形成され、光反射防止膜の側から光が入射されて用いられる反射型回折素子である。

## 【 0 0 1 2 】

このように反射型回折素子を構成することにより、回折効率の波長依存性における効率変化は抑制され、また偏光方向の違いも抑制されるという効果を生ずる。凹凸部の形状は、矩形状、鋸歯状、擬似鋸歯状などであればよく、このいずれであっても本発明における効果を有するが、鋸歯状または擬似鋸歯状の場合、入射光の波長および角度の広い範囲、また格子周期の広い範囲において特定方向の回折光の回折効率を高くできる。以下では鋸歯状または擬似鋸歯状を例にして、本発明を図面を参照にしながら説明する。

## 【 0 0 1 3 】

図 2 は、本発明の反射型回折素子の構成の一例を示す側面図である。透明基板 2 0 1 上に、光反射防止膜である低反射膜 2 0 3 が施され、この膜が光の入射面を形成している。低反射膜 2 0 3 のない透明基板 2 0 1 の裏面には、フォトリソグラフィおよびドライエッチングを繰り返すことで、鋸歯状の凹凸を 4 レベル（3 段）の階段形状で近似した格子ピッチ  $P$  の擬似鋸歯状回折格子 2 0 2 が形成され、その擬似鋸歯状回折格子上に金属からなる光反射性膜である高反射層 2 0 4 が形成される。

## 【 0 0 1 4 】

さらに高反射層 2 0 4 上に塗布された接着層 2 0 5 により、高反射層 2 0 4 を保護する保護基板 2 0 6 が張り合わされて、反射型回折素子 2 0 が構成される。この反射型回折素子 2 0 の低反射膜 2 0 3 に、法線となす外部入射角度  $\theta_1$  で入射した波長  $\lambda$  の光は、屈折率  $n$  の透明基板 2 0 1 で屈折するため、スネルの法則、 $\sin(\theta_2) = \sin(\theta_1) / n$  を満たす内部入射角度  $\theta_2$  で透明基板 2 0 1 内を伝搬する。

## 【 0 0 1 5 】

伝搬した光は擬似鋸歯状回折格子 2 0 2 に、内部入射角度  $\theta_2$  で入射し、この

格子形状により定まる一方の符号、すなわち+または-のいずれかの符号の特定回折次数に、伝搬した光のほとんどが集中し反射的に回折する。回折光が、-1次に集中する場合には、回折光は下記の式で定まる法線とのなす回折角 $\phi_2$ で透明基板201内を伝搬し、低反射膜203の空気との界面で再び屈折し回折角 $\phi_1$ で空气中を図示しない検出器へ向かって伝搬する。ここで、実線の矢印は入射光、一点鎖線は反射光、破線は1次回折光をそれぞれ表わす。

【0016】

【数1】

$$\sin(\phi_2) - \sin(\theta_2) = \lambda / P \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (式1)$$

$$\sin(\phi_1) = \sin(\phi_2) \times n \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (式2)$$

【0017】

ここで、 $\phi_1$ は、結果的に透明基板の表面に回折格子を有する反射型回折素子の回折方向と等しい。

【0018】

図3に、屈折率1.44の石英のガラス基板の裏面（低反射膜が形成されていない方の面）に約600本/mmの疑似鋸歯状回折格子を形成した場合の、外部入射角度 $\theta_1 = 40^\circ$ における、偏光方向の違いによる回折効率の波長依存性を示す。ここで、白抜きの円はS偏光で黒塗りの円はP偏光である。図7に示す、同じ入射角度で用いた疑似鋸歯状の反射型回折素子と比較して、偏光方向の違いによる回折効率の波長依存性が図3においては改善されていることがわかる。

【0019】

本発明の構成を用いることで、光が大きな外部入射角で反射型回折素子に入射しても、透明基板内では小さな内部入射角度で疑似鋸歯状回折格子に入射でき、その結果偏光方向の違いによる回折効率の波長依存性を小さくできる。この構成により、信頼性、量産性などに優れた反射型回折素子を実現することができ、さらに安価な分光システムを実現できる。また、入射光の偏光方向や波長の変化に

あまり依存しない回折効率を確保するために、反射型回折素子への外部入射角度を特に小さくする必要がないので、分光システムの設計に大きな自由度を有している。

#### 【0020】

本発明の反射型回折素子における、平面的に見た回折格子パターンはフォトマスクなどを用いて作製できるため、回折格子パターンは直線形状に限定されず例えば曲線形状にすることもできる。この曲線形状とすることにより、回折光が検出器上で集光するようにレンズ機能を付加することもできる。また、大面積のウエハプロセスを用いることで、位相板など他の機能を有する光学層を反射型回折素子に積層でき、さらなる高機能化、複合化などを行うことができる。

#### 【0021】

本発明における回折格子は、ガラス基板そのものまたはガラス基板上に成膜された無機物材料を加工して作製されることが好ましい。特に、成膜コストが発生せず、成膜と基板との界面が存在しない点から、高速かつ均一なエッチング特性を有する石英のガラス基板を直接加工することが極めて好ましく、さらに信頼性、量産性などの点からも好ましい。また、温度変化による回折方向の変化を抑制するために、エッチング特性に優れた無機物材料を、熱膨張係数がこの材料よりも小さい石英のガラス基板上に膜として形成すると効果があり、このように構成することも温度特性の優れた素子を得るために好ましい。

#### 【0022】

高反射膜においては、鋸歯状回折格子との界面のみが光学的に機能するため、高反射膜の厚さに関する制限はない。このため厚膜化による高反射膜の形状劣化（変形）を考慮する必要はなく、高反射膜の反射率を確保するために十分な膜厚に形成できる。また、薄膜を高精度に形成する必要がないため、真空蒸着法、スパッタ法などの真空成膜法を用いることは必ずしも必要ではなく、鍍金法などを用いることもできる。

#### 【0023】

反射型回折素子の裏面にある高反射膜を保護する保護手段は、光学的には機能しないため、透明である必要はなく厚さにも制限はなく、無機物材料または有機



物材料からなる保護手段が高反射膜側に設けられていることが好ましい。また、樹脂からなる有機物材料、真空成膜可能な無機物材料などを広く用いることができるが、塗布・硬化により作製可能な有機物樹脂材料を用いることが特に好ましい。

#### 【0024】

反射型回折素子を特定の装置に設置する場合、例えば設置時の基準として用いるために反射型回折素子の裏面に精度が必要なときや、さらに強固な保護性が必要なときには、高反射膜上に塗布した接着剤を用いて平坦かつ強固な透明基板などを接着することが好ましい。

#### 【0025】

このときには、ガラス基板、シリコン基板などが使用できるが、膨張係数の違いにより発生する高温時の特性変化を抑えるために、透明基板とほぼ熱膨張係数の等しい材料を使用することが好ましい。本発明は、回折角度を特に大きくすることで波長分解能を向上させる狭ピッチの回折格子であれば、その効果が顕著であり、特に回折格子のピッチが中心波長とほぼ等しいもの、またはピッチが中心波長に比べ小さい範囲にあるものでは効果が大きい。

#### 【0026】

##### 【実施例】

図1は、本実施例の反射型回折素子の構成を示す側面図である。本実施例では、厚さ0.5mmの石英のガラス基板を透明基板101とし、基板の一方の面に、フォトリソグラフィおよびドライエッチングの技術を用いて疑似鋸歯状回折格子を形成した。すなわち、加工深さがおのおの0.36 $\mu$ m、0.18 $\mu$ mの2回のエッチングを実施し、1段の段差が0.18 $\mu$ mで総合深さ（合計段差）が0.54 $\mu$ mの4レベル（3段）を有する疑似鋸歯状回折格子102を形成した。

#### 【0027】

次に、透明基板101の疑似鋸歯状回折格子102を形成した面とは反対側の面に、波長1.55 $\mu$ mを中心波長とする光反射防止膜である低反射膜103を施した。疑似鋸歯状回折格子102上に、厚さ0.8 $\mu$ mの金からなる膜を真空

蒸着法により成膜し、光反射性膜である高反射層 1 0 4 とした。高反射層 1 0 4 上に接着層 1 0 5 となるエポキシ接着剤を塗布し、エポキシ接着剤上に保護基板 1 0 6 となる厚さ 0. 5 mm の石英のガラス基板（保護手段）を重ねた。

#### 【 0 0 2 8 】

その後、石英ガラス基板を回転させることで、エポキシ接着剤を薄肉かつ均一な接着層 1 0 5 とし、透明基板 1 0 1 と保護基板 1 0 6 とは接着層 1 0 5 を介して、積層基板とされた。作製された積層基板を、ダイシングソーにより 1 0 mm × 7 mm の長方形に切断し、反射型回折素子 1 0 とした。

#### 【 0 0 2 9 】

反射型回折素子 1 0 の低反射膜 1 0 3 側から、波長  $1. 55 \mu\text{m}$  の光を外部入射角  $\theta_1 = 40^\circ$  で入射したところ、格子長手方向に平行な偏波方向の光（S 偏光）および垂直な偏波方向の光（P 偏光）に対して、おのおの 73 %、70 % の回折効率を示した。これらの回折効率はほぼ等しい効率である。また、入射光の波長を、 $1. 5 \mu\text{m}$  から  $1. 6 \mu\text{m}$  まで変化させても、回折効率の変化量は  $\pm 5\%$  程度の小さな値であった。図 1 において、実線の矢印は入射光、一点鎖線は反射光、破線は 1 次回折光をそれぞれ表わす。

#### 【 0 0 3 0 】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の反射型回折素子においては、反射型回折素子への大きな入射角度に対しても、従来の回折格子側から入射する反射型回折素子と比べて、偏光方向の違いにあまり依存しない良好な回折効率の波長依存性を示す。また、量産性、信頼性などに優れた反射型回折素子の実現できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例の反射型回折素子の構成を示す側面図。

【図 2】 本発明の反射型回折素子の構成の一例を示す側面図。

【図 3】 本発明の反射型回折素子における回折特性の一例を示すグラフ。

【図 4】 従来の反射型回折素子の構成の一例を示す側面図。

【図 5】 従来の反射型回折素子の構成の他の例を示す側面図。

【図 6】 従来の反射型回折素子における回折特性の一例を示すグラフ。

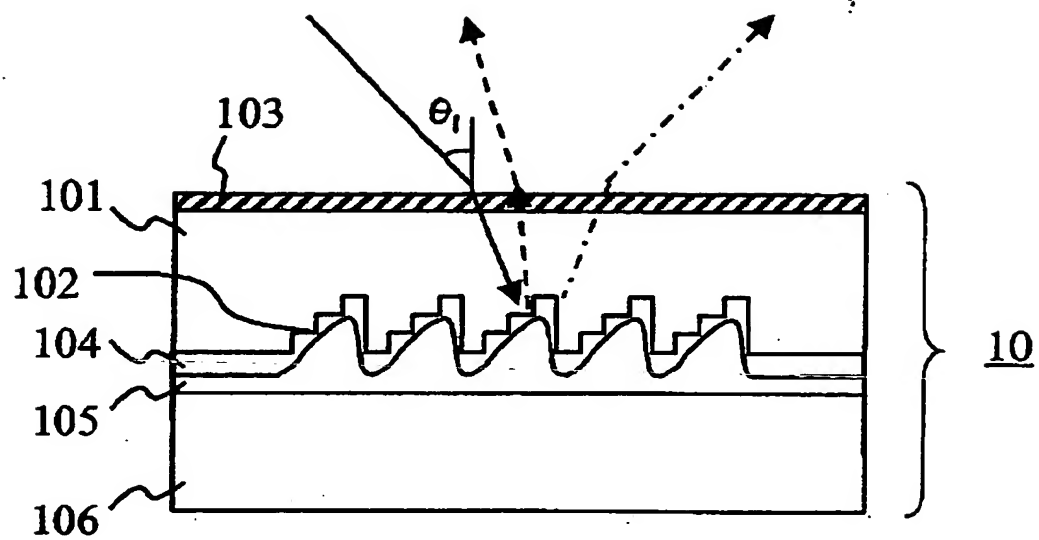
【図 7】従来の反射型回折素子における回折特性の他の例を示すグラフ。

【符号の説明】

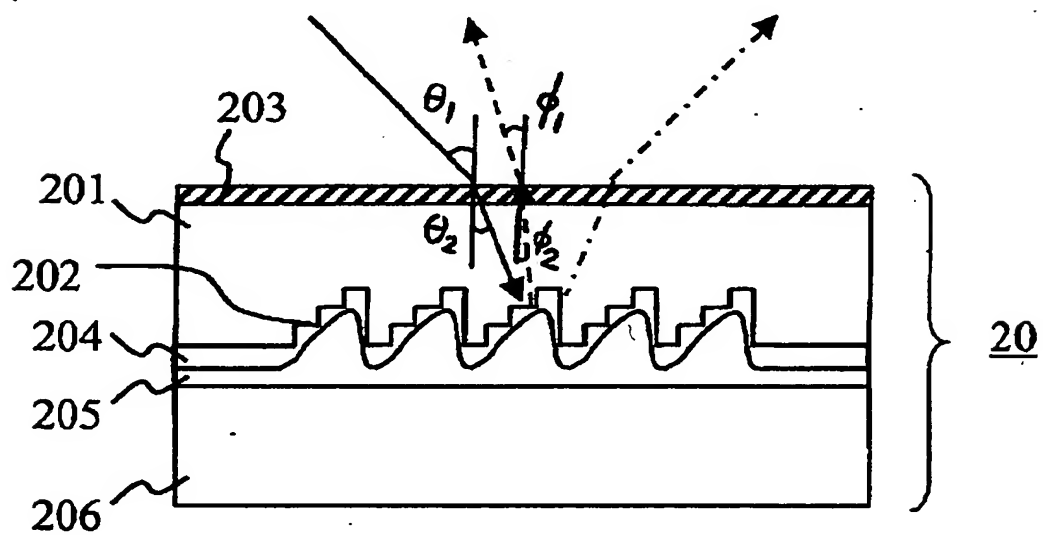
- 10、20、40、50：反射型回折素子
- 101、102：透明基板
- 401、501：ガラス基板
- 402：鋸歯状回折格子
- 102、202、502：疑似鋸歯状回折格子
- 103、202：低反射膜
- 104、204、403、503：高反射層
- 105、205：接着層
- 106、206：保護基板

【書類名】図面

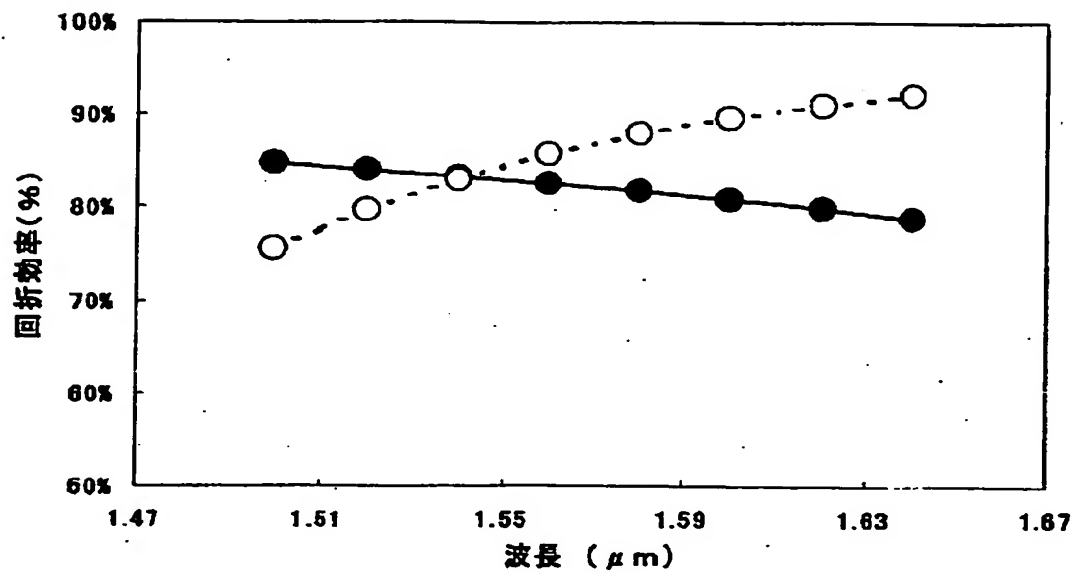
【図1】



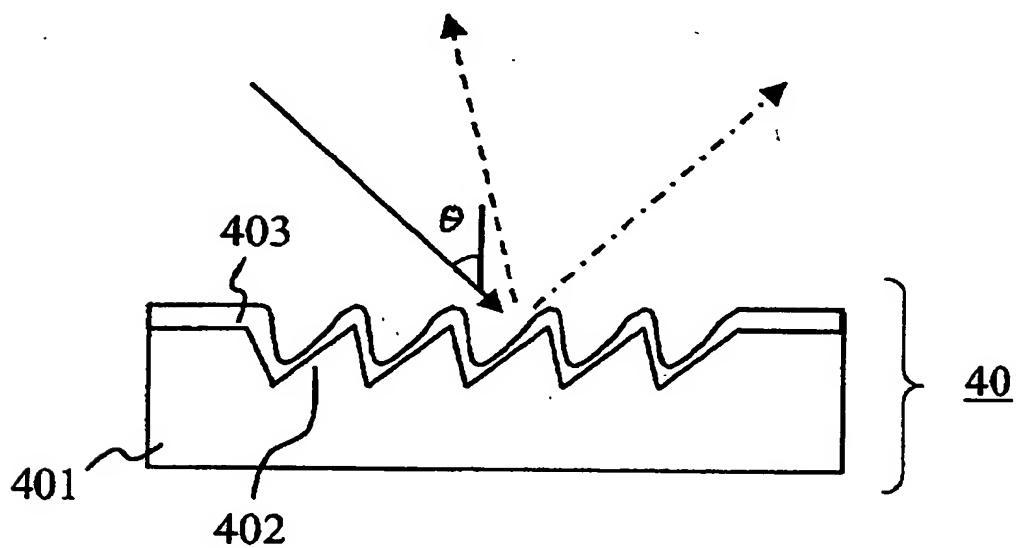
【図2】



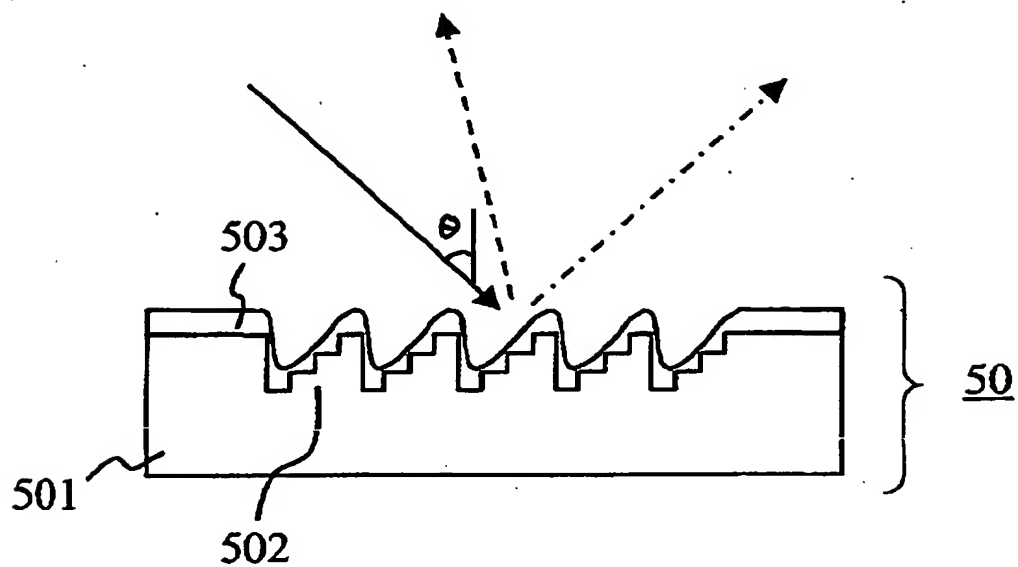
【図 3】



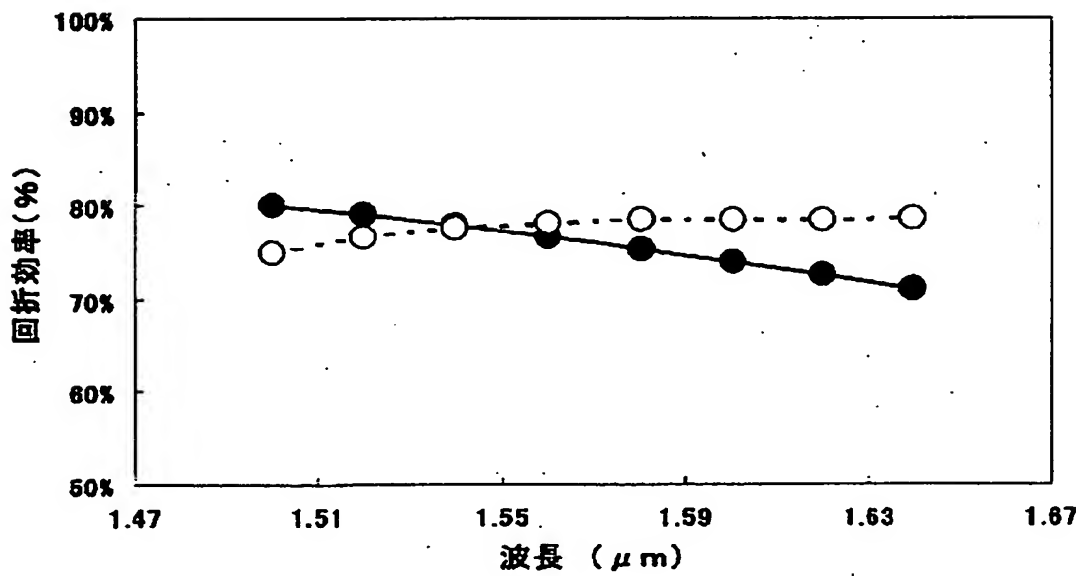
【図 4】



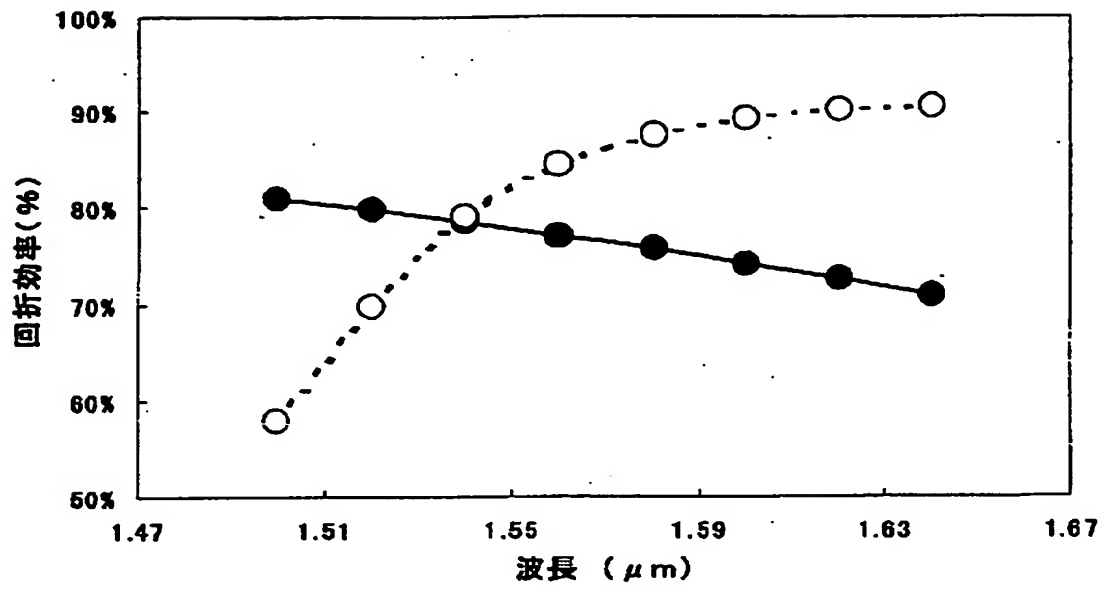
【図5】



【図6】



【図 7】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】入射光の偏波方向にあまり依存しない回折効率の良好な波長依存性を示し、信頼性、生産性などに優れた反射型回折素子を得る。

【解決手段】透明基板 1 0 1 の一方の表面には断面形状が凹凸状の回折格子である疑似鋸歯状回折格子 1 0 2 が形成され、凹凸部には光反射性膜である高反射層 1 0 4 が形成され、また透明基板 1 0 1 の凹凸部形成面とは反対側の表面に光透過性（光反射防止）膜である低反射膜 1 0 3 が形成される。さらに、高反射層 1 0 4 側には、接着層 1 0 5 を介して保護基板 1 0 6 が積層され反射型回折素子 1 0 とする。

【選択図】図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000044]

1. 変更年月日	1999年12月14日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
氏 名	旭硝子株式会社